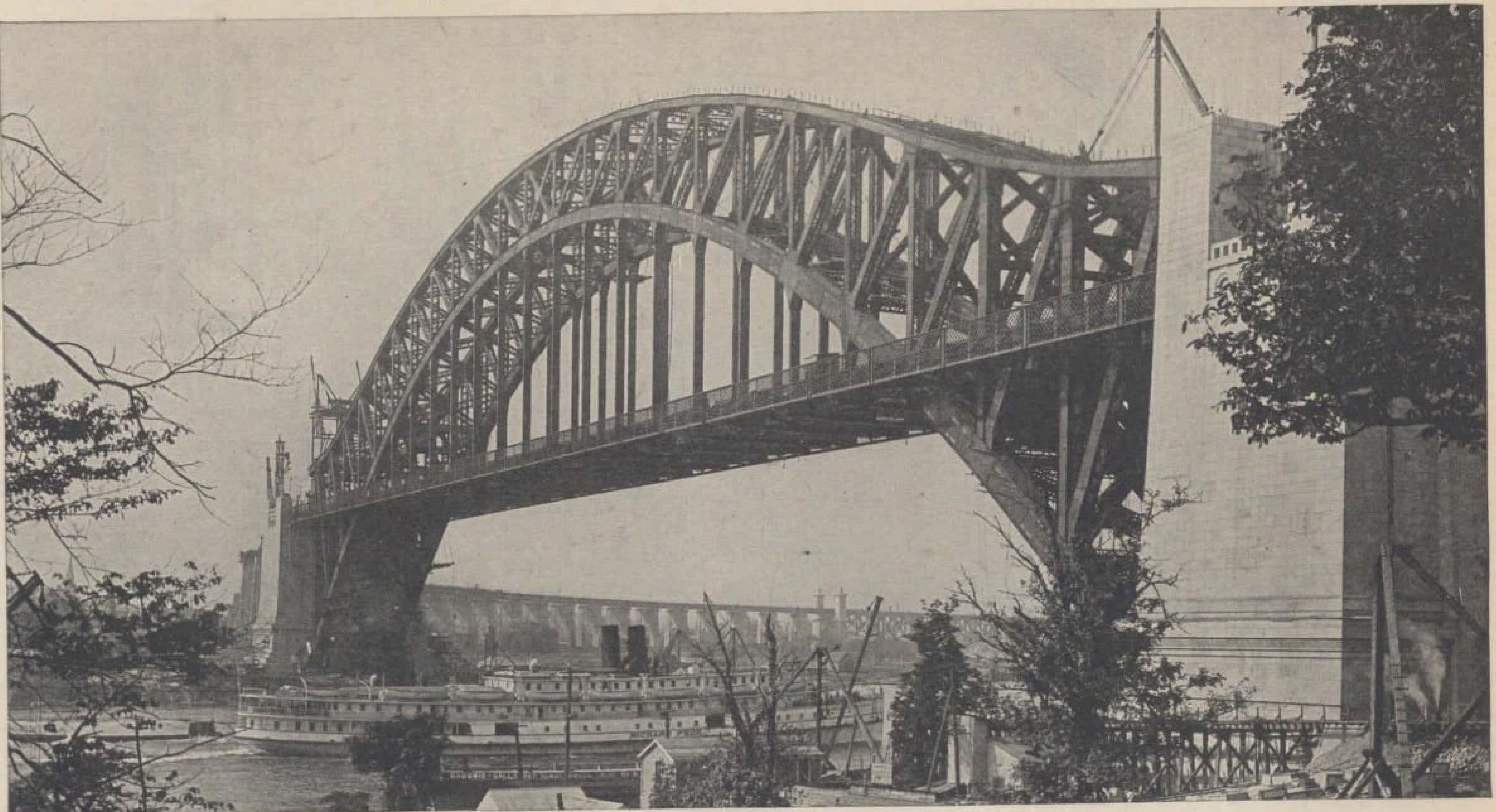
EL GRAN ARCO QUE UNE A LONG ISLAND CON NUEVA YORK



La fotografía muestra el puente ferroviario de Hell Gate, por encima de la Sonda de Long Island. La distancia entre las chimeneas del vapor y el piso del puente, muestra su gran altura sobre el agua. El puente es parte de un largo viaducto, y la estructura que se vé a través, pertenece al mismo viaducto. La hermosa curva que forma casi un ángulo recto con el piso del puente, en su punto más alto, es en sí un triunfo de la ingeniería. Este puente tiene casi un cuarto de milla de largo, medido de un estribo a otro. El arco es el más largo, de acero, hay en el mundo.

© Brown Bros., N. Y.

(This page is a reprint from the Spanish edition of The Book of Knowledge.)

Cosas que debemos saber



EL PUENTE MÁS ADMIRABLE DEL MUNDO, SOBRE EL RÍO FORTH, EN ESCOCIA

LOS PUENTES

NADIE será capaz de asegurar a quién debe atribuírse la construcción del primer puente; pero sí, no cabe duda, de que la misma naturaleza fué quien dió al hombre las primeras lecciones sobre la manera de construirlo. Los recios sarmientos entrelazados de dos vides situadas a una y otra parte de una hendidura de terreno, o un tronco caído atravesando un arroyo, tales fueron los primeros puentes que se construyeron durante centenares de años.

Un día surgió un genio, el cual, después de haber amontonado grandes cantidades de piedra en medio de un arroyo, colocó en la cima de éstas planchas de pizarra o una gran piedra o árboles caídos. Después, tal vez muchísimo después, vino el primer puente verdadero, al que no tardaron en seguir otros muchos. La historia conserva el recuerdo del puente de Babilonia sobre el Éufrates, de gran longitud, construído sobre pilas de fábrica de ladrillo con tramos movibles para cortar el paso durante la noche. Ello no obstante, puede afirmarse que los romanos fueron los primeros que nos enseñaron la construcción de estas admirables obras. Edificaron hermosísimos puentes sobre arcos, algunos de los cuales subsisten todavía.

En España existen multitud de puentes de aquella época, entre los que merecen citarse el de Salamanca, sobre el Tormes, con 27 arcos de 10 a 11 metros de luz; el de Mérida, sobre el Guadiana, con 64 arcos; el de Córdoba, sobre el Guadalquivir, reconstruído por los moros; el puente de Alcántara, sobre el Tajo, de 48 metros de altura desde el piso hasta el nivel de aguas ordinarias y 60 hasta el fondo del río, formado por seis arcos de medio punto, de los cuales dos tienen luces de 28 y 30 metros; es de sillería de gran tamaño, sin mortero; se construyó el año 98 de Jesucristo, por orden de Trajano, y fué restaurado por Carlos V, en 1543.

La invasión de los bárbaros destruyó gran número de estas construcciones, y durante mucho tiempo los pueblos civilizados no pudieron pensar en nuevas obras de esta especie. Cuando, restablecida en alguna manera la calma, pudieron esos pueblos rehacerse, empezaron a reconstruirse los antiguos y a levantarse otros nuevos. Durante los siglos XII y XIII se advierte particular actividad en estas construcciones.

Al principio solieron edificarse casas y tiendas de madera en los puentes; mas no tardaron en quitarse de ellos toda clase de viviendas, a fin de evitar que el puente no fuese a lo mejor pasto de las llamas a causa del incendio de aquéllas.

Poco después, se introdujo también una importante reforma en algunas construcciones de esta clase. En varios países se había hecho casi corriente construir los arcos muy altos, de manera que el camino que sobre ellos pasaba formaba dos pronunciadas pendientes, cuyo límite de división correspondía al

centro del arco. Este inconveniente se obvió construyendo, no arcos de medio punto, es decir, como la mitad de un círculo, sino como de la mitad de un huevo partido lateralmente, esto es, ojivales, más o menos rebajados.

Todavía subsisten en muchos puntos de Europa puentes antiquísimos y asimismo otros construídos por un solo ojo a la usanza antigua. Es célebre entre ellos el de Pontypridd, en Inglaterra. El primero que se construyó constaba de tres ojos; pero como hubiera sido barrido por la corriente, se tendió en su lugar otro de un solo arco, que tampoco tardó en caer.

Discurrieron entonces los ingenieros sobre la causa de esta caída y encontrando que había sido motivada por tener peso bastante en los estribos y hallarse falto en el centro, se construyó un tercer puente, en que se remediaban estos inconvenientes. Este puente subsiste aún después de haber prestado servicio durante más de ciento cincuenta años.

Al terminar el siglo diez y ocho, se empezaron a construir puentes de hierro fundido. Pero no tardaron en advertir los técnicos, que aun cuando el hierro fundido puede sorportar grandes presiones, no resiste en cambio las sacudidas. No es fácil que un puente de este metal pueda ser aplastado, pero puede caer derribado ante una fuerza de tracción considerable. En vista de estos inconvenientes usaron para la construcción de estos puentes el hierro forjado, que tiene mucha mayor resistencia a la tracción. En esta forma continuaron construyéndose estas obras de ingeniería, hasta que en el siglo diez y nueve empezó a usarse profusamente el acero.

El primer gran puente de hierro forjado que se construyó, fué el de Britannia, que cruza el Estrecho Menai, en el Norte de Gales. Su constructor hizo un enorme tubo de hierro, capaz de dar paso en su interior a un tren. Para aumentar la fuerza de este puente, en vez de hacer sus paredes uniformemente macizas en todos sus lados, dió una forma tubular a las partes correspondientes a la cima y al fondo de dicho tubo, haciéndolas mucho más resistentes a la fuerza de tracción.

LOS GRANDES TUBOS DE HIERRO POR CUYO INTERIOR EL TREN PASA SOBRE EL AGUA

Este tubo está tendido sobre enormes columnas de sólida mampostería; una de ellas se levanta en una isla, a mitad del camino que recorre el puente sobre el agua, y las otras dos se levantan en la tierra, una a cada lado. Como los buques pasaban constantemente, era imposible levantar grandes andamiajes, por medio de los cuales pudiera construirse la gran obra de hierro. Ante estas dificultades, dividióse la construcción del tubo en dos mitades, próximamente de 500 metros cada una, las cuales, subdivididas en 4 secciones, se fabricaron en la costa. Cuando estuvieron enteramente terminadas, se procedió a su colocación, para lo cual se utilizaron varias barcas que las trasportaron a las torres destinadas a servir de apoyo al puente. Al paso que bajó la marea, fueron sumergiéndose los botes, y los tubos, cada uno de los cuales pesaba 5000 toneladas, quedaron descansando en unas ranuras previamente hechas para este objeto en la obra de mampostería. Ya en esta posición, las enormes masas de hierro no tardaron en ser levantadas a la altura de 35 metros sobre el nivel del agua, por medio de potentes máquinas.

Uno de los tipos de puentes más hermosos es el gran puente de brazos de acero, pura copia del más antiguo de los puentes sencillos. Si dos troncos de árboles se inclinan sobre el agua desde diferentes lados de un arroyo, no tenemos más que colocar un tablón desde el extremo de un tronco al del otro para hacer un sencillo puente de este tipo. Esta es una de las maneras de aplicarlo. La otra es considerar el brazo como un puntal. Firmemente asegurado en un extremo, un puntal resistirá seguramente el peso de un anaquel lleno de pesados libros; pues bien, estos brazos de acero que forman un puente, no son más que puntales

enormes. Un ejemplo interesantísimo de este tipo nos lo ofrece el gran puente Forth.

UN GRAN CONSTRUCTOR DE PUENTES, QUE MURIÓ DE TRISTEZA

Muchos fueron los esquemas que se propusieron para la construcción del puente que debía atravesar el río Forth, y al fin empezó la obra bajo la dirección de Sir Tomás Bouch, el mismo que había construído el famoso puente Tay. Pero de repente, en una terrible noche de invierno, de 1879, parte de este puente Tay, fué derribado, cayendo con él, en el río, un tren cargado de viajeros,todos los cuales perecieron ahogados. La catástrofe llenó de terror al país entero y a Sir Tomás le llegó tan al alma, que el infeliz ingeniero murió de pena; mas el puente Forth, encomendado a otros ingenieros, continuó siendo objeto de particular atención y estudio. Era necesario cruzar dos canales, separados por una isla, cada uno de los cuales, de curso rápido y profundo, medía unos 500 metros de anchura. No se veía posibilidad de sumergir pilares en estos canales, por lo cual hubieron de resignarse los constructores a levantar el pilar central en la isla y los otros dos muy cercanos a las orillas. Así pues, por el sistema de brazos, de los cuales había tres pares, se tendió el puente sobre las dos dilatadas corrientes de agua. Cada uno de ellos media 450 metros de largo, y los tres, extendiéndose el uno hacia el otro, dejaban un espacio de 12 metros que debía ser cubierto entre los extremos del primero y del segundo, y un espacio semejante entre los extremos del segundo y del tercero. Empleáronse para ello cuartones de acero ordinario. A fin de que pudieran pasar los buques por debajo de este puente, se le dió una elevación de 15 metros sobre el nivel del agua en la alta marea; y sus partes más culminantes distan de este nivel 120 metros.

Este sistema de puentes ha sido desde entonces utilizado frecuentemente; uno de este tipo atraviesa el Niágara a una gran altura. También se emplea el sistema de brazos en la suspensión de los puentes colgantes. Levántanse en tierra enormes columnas, en las cuales se sujetan por un extremo las cadenas o cables que sostienen la calzada que pasa sobre el precipicio.

COHETES Y COMETAS EMPLEADOS PARA EDIFICAR GRANDES PUENTES

El puente colgante de Clifton, uno de los más hermosos, mide 230 metros de largo por 10 de ancho. Está elevado unos 60 metros sobre el río Avon, por encima del cual pasa, y según se dice, el primer cordón unido al cable fué ascendido por medio de una cometa.

Más extraño fué todavía el medio adoptado para levantar el gran puente sobre el río Zambeze, en el Sur de África. Este puente, el más alto del mundo, pues se halla a una elevación de 130 metros encima del agua, pasa de la cima de una montaña a otra. Para poner en comunicación ambas cimas, los constructores del puente se vieron obligados a disparar un cohete, a cuyo extremo iba unido un cordel. Este cohete llevó el cabo del cordel a la montaña opuesta; el cordel sirvió para arrastrar un alambre, y el alambre un cable delgado, por el cual pasó una rueda que condujo el cable principal del puente. Mide éste 200 metros de largo y es una de las obras de ingeniería más importantes del Sur de África.

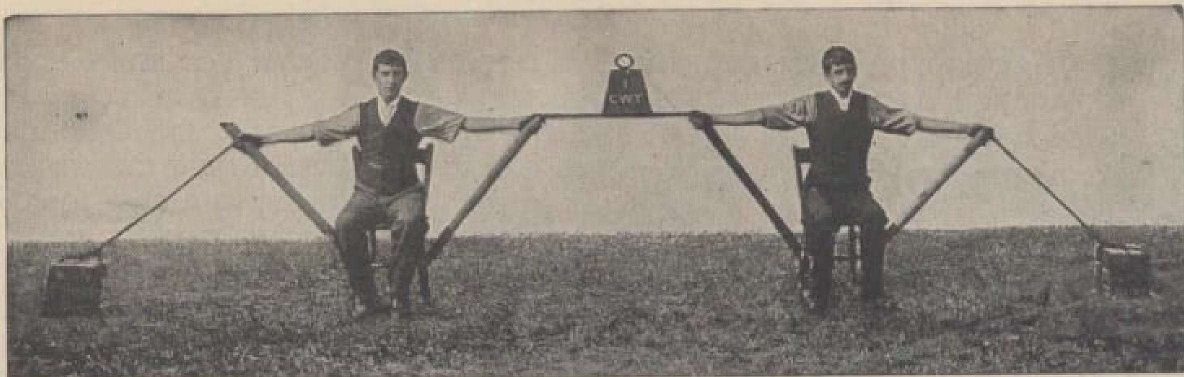
El puente de la Torre, en Londres, tiene más de 265 metros de largo.

Cuando han de pasar por debajo de él buques demasiado altos, álzase la calzada, dividiéndose por la mitad en dos partes y abriéndose a la manera de una gran puerta de dos hojas, cuyos goznes estuvieran fijos en los dos extremos del puente.

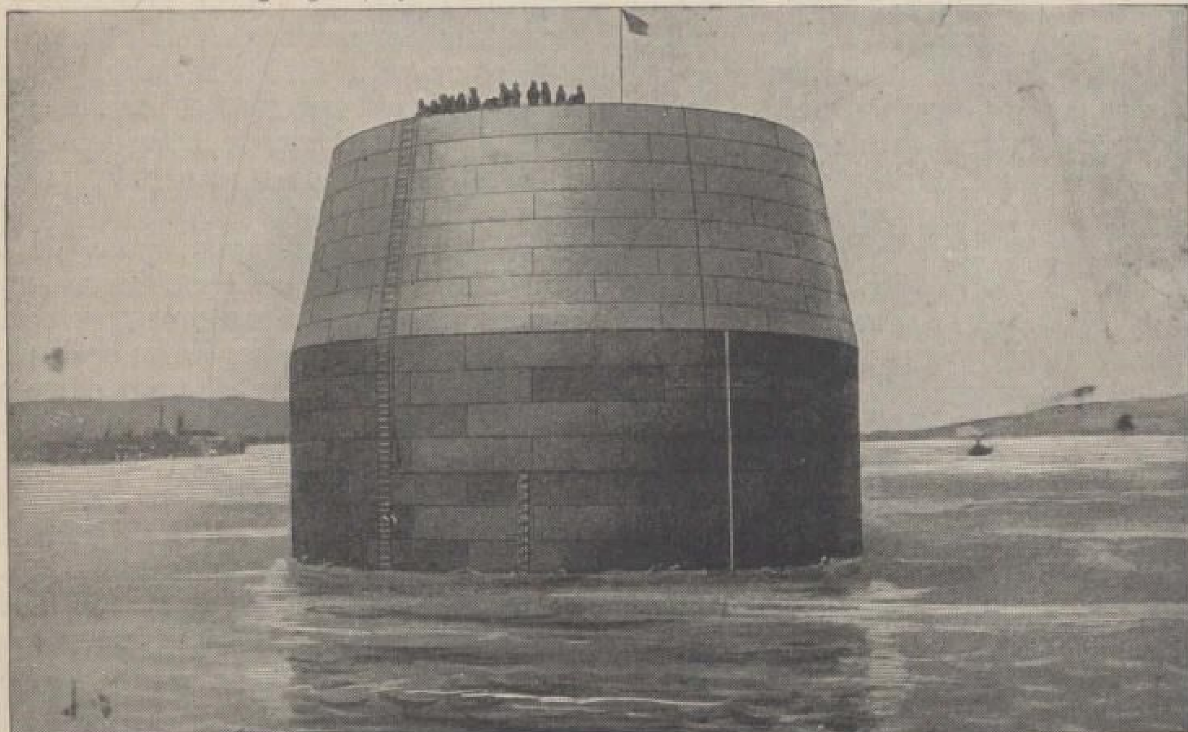
En América del Sur se han construído soberbios puentes, entre los que merecen citarse el puente viaducto de la Libertad, el del ferrocarril sur del Brasil; el puente Río Segundo, de la línea ferroviaria central argentina, y el puente Neuquen, al sur de dicha República.

Célebre es asimismo el antiguo puente de los Maquis, entre Santiago y Valparaíso.

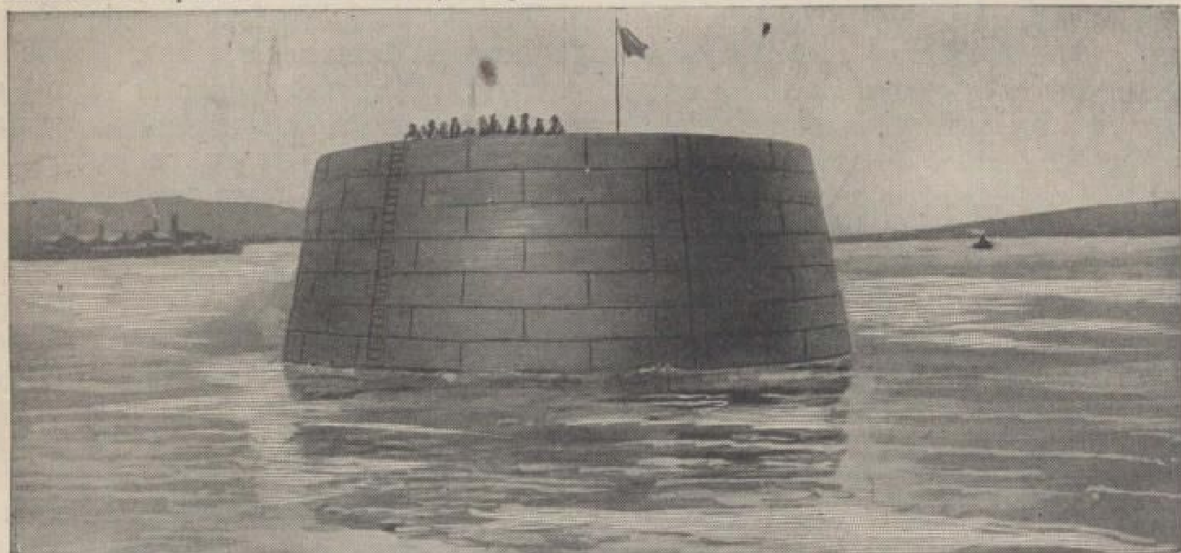
LOS COMIENZOS DE UN GRAN PUENTE



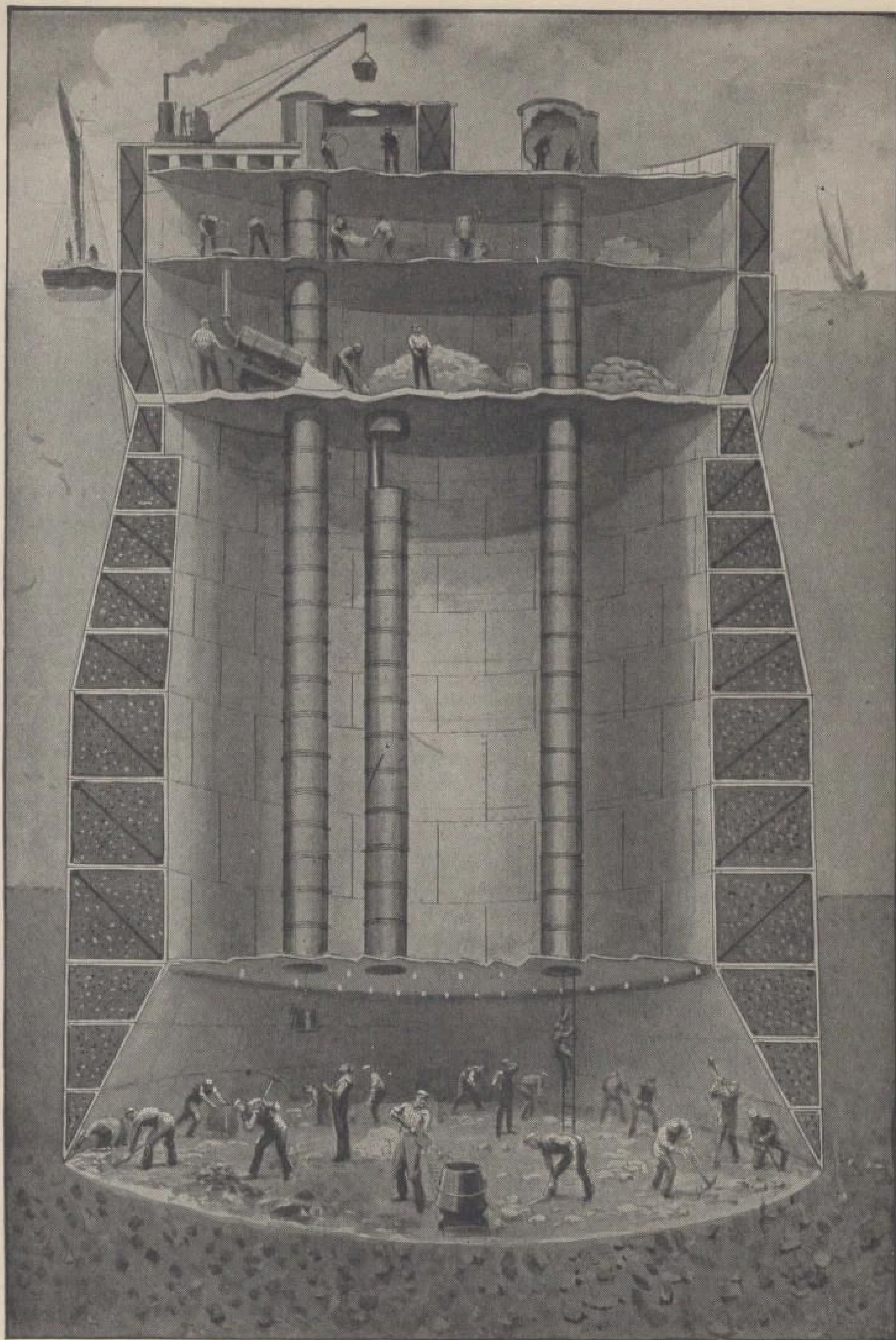
Muestra este grabado como está distribuído el peso de un puente, e ilustra lo que los ingenieros llaman el principio de contrapeso. Cada uno de los dos hombres sostiene dos bastones; el exterior está fijo a un peso que lo reduce a la inmovilidad, y el interior a las sillas que ocupan los dos hombres. En la parte superior de estos dos bastones interiores se extiende otro bastón cargado con un peso de 50 kilos. A pesar de ello, los hombres no sienten carga alguna; representan dos pares de brazos en los puentes pertenecientes a este sistema.



Cajón flotante a manera de cámara hueca, dentro del cual han de trabajar los obreros destinados a echar los cimientos de un puente. Cuando este cajón llega hasta el fondo del agua puede trabajarse en él seguramente.

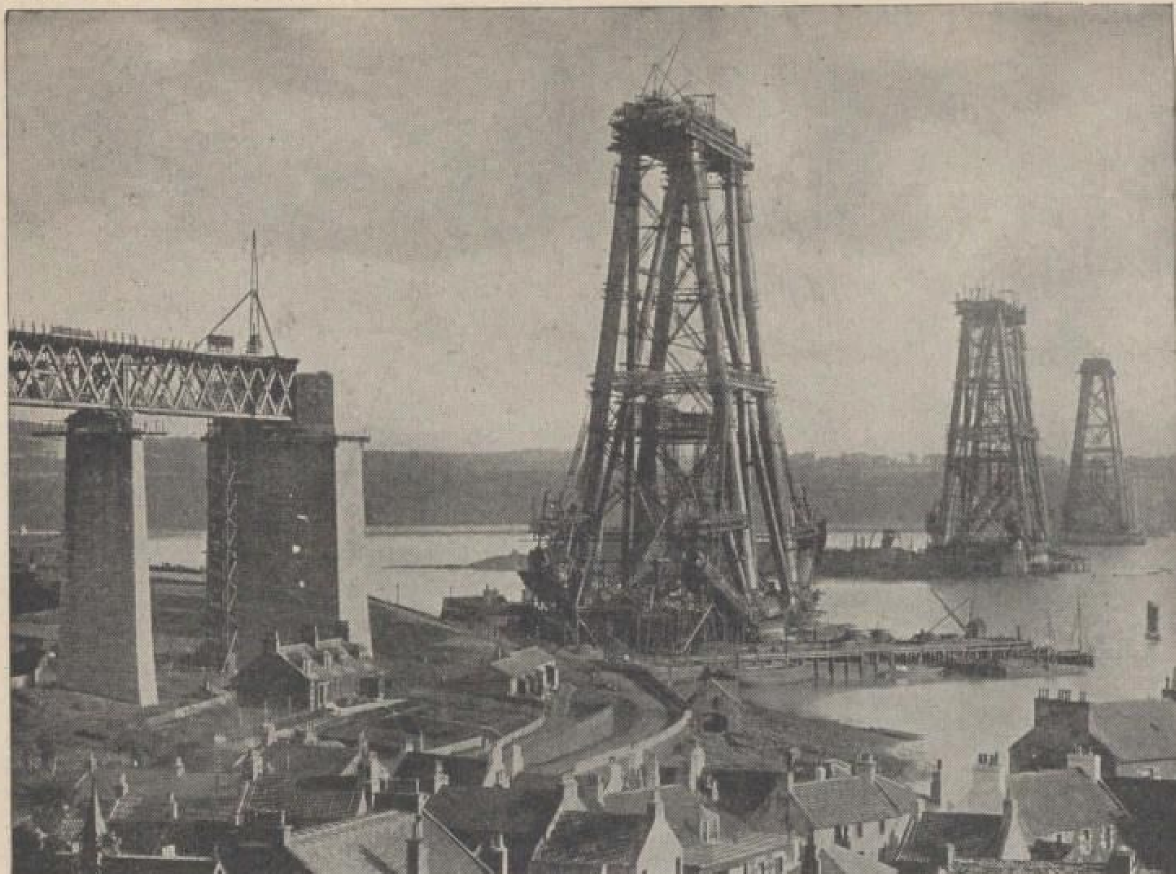


Este cajón, abierto en la parte superior, tiene varios pisos en lo interior, y posee un espacio alumbrado por luz eléctrica, en el cual pueden respirar los hombres aire puro que les llega por tubos de ventilación.



Este cajón flotante, que tomamos como ejemplo de los trabajos que supone la construcción de un puente, sirvió para echar los cimientos a las dos columnas del célebre puente Forth. El grabado muestra cómo pueden trabajar los obreros en lo interior del cajón, y cómo tienen abundante aire respirable por los tubos que desde la superficie llegan al fondo. Por lo interior de uno de ellos pasa una escalera. Otro tubo sirve para subir el material extraído e inútil a la construcción de los fundamentos. Si el lecho del río es cenagoso, el légamo se extrae mediante aire comprimido, y este mismo agente mantiene segura la cámara contra la presión del agua, la cual, si no fuese por esto, llegaría a romper el cajón.

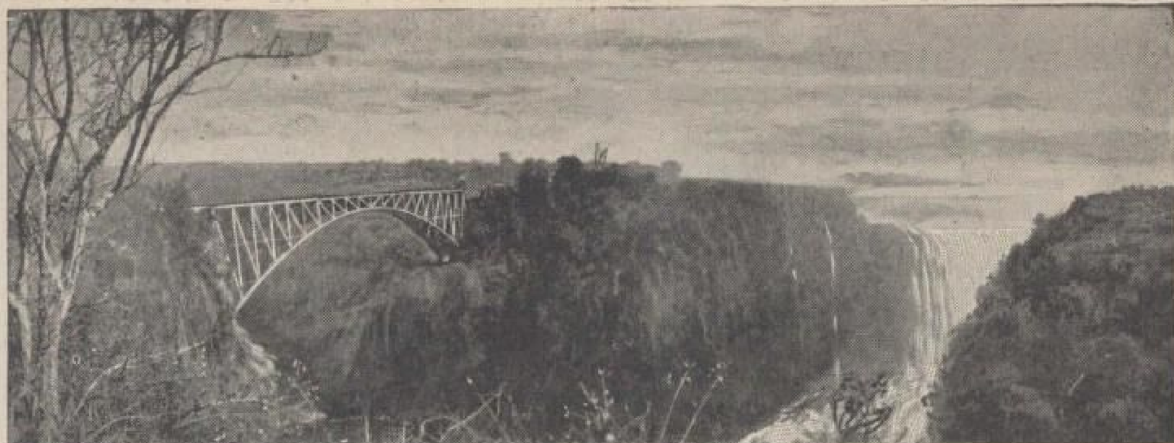
LA CONSTRUCCIÓN DETALLADA DEL PUENTE FORTH



Preparada la roca para recibir los fundamentos del puente, se construyó una maciza obra de mampostería, sobre la cual se levantaron enormes pilares de acero hueco y se sujetaron a la obra de mampostería, mediante poderosos pernos de acero. Miden estos pilares 114 metros de altura y son tan fuertes que ni el peso, ni la vibración de grandes trenes, ni la violencia de las tempestades son capaces de romperlos.



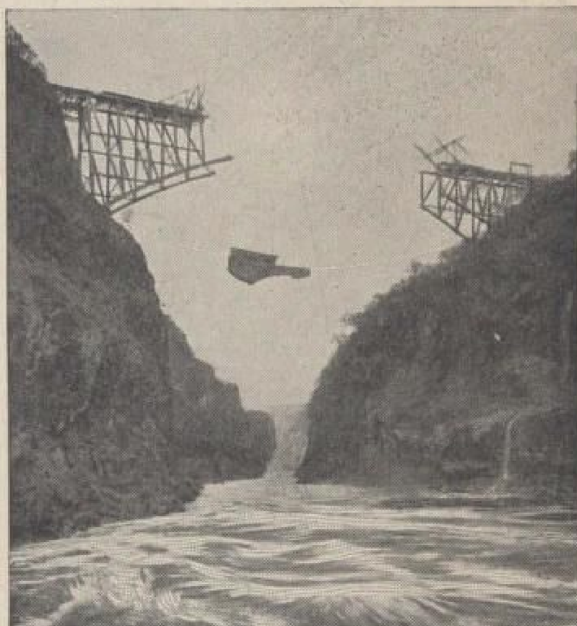
Luego empezaron a construirse los brazos del puente, cada uno de los cuales es doble y hace las veces de puntal. Perfectamente contrabalanceados, permanecieron firmes, mientras los construían al aire los ingenieros, como si hubiesen sido puntales fijos en un poderoso y resistente muro.



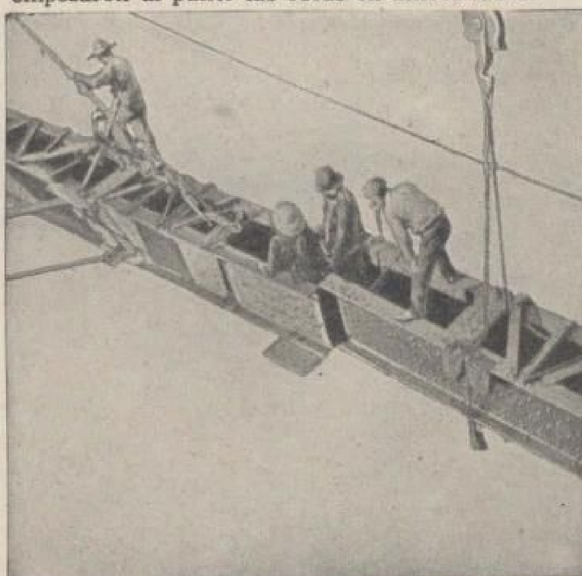
El famoso puente junto a las cascadas Victoria, en el río Zambeze, en el Sur de Africa, es el más elevado del globo. En este lugar, el río se abre paso entre una dilatada garganta de cerca de tres kilómetros. El puente que toma al tren en el punto más ventajoso, pasa a 130 metros sobre el agua, y mide cerca de 200 metros de largo; es el eslabón más importante de la vía férrea que une el Egipto con la Colonia del Cabo.



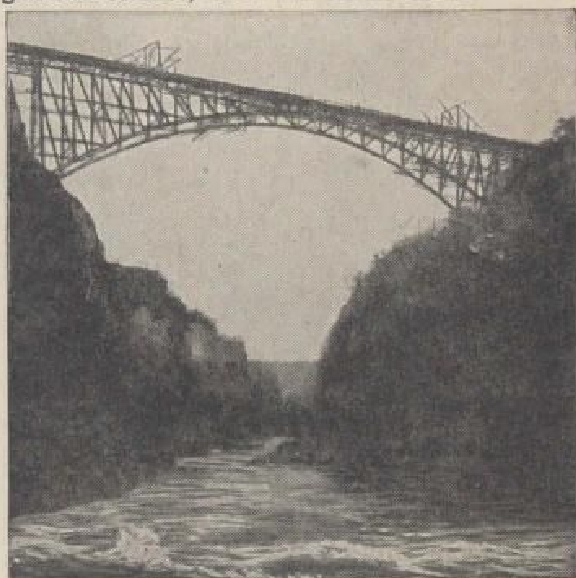
Sirviéndose de un cohete, llegaron los ingenieros a tender un cable sobre el abismo, después de lo cual, empezaron al punto las obras en ambos lados.



Para trabajar con seguridad, tendióse sobre el abismo una gran red, en la cual pudieran ser recogidos los obreros, en el caso de una caída.



Continuando la construcción desde ambas partes, los obreros se encontraron exactamente en el centro.



El puente, fué pintado de color gris en armonía con la magnifica escena en donde se levanta.

INTERIOR DE DOS DE LOS MAYORES PUENTES DEL MUNDO



Calzada del puente de Brooklyn, el primero de los cuatro grandes puentes que se edificaron para poner en comunicación Brooklyn con la isla de Manhattan (Nueva York). Hay cuatro puentes de esta clase, provistos de calzadas, destinadas unas a peatones, otras a los carros, otras a los trenes y otras a vehículos.



Este grabado muestra el interior del puente de Forth. Las vigas de hierro que lo cruzan, sirven para darle tal seguridad, que las tempestades más furiosas no le causen desperfecto alguno.

CÉLEBRES PUENTES COLGANTES



El puente de Brooklyn es uno de los mayores puentes colgantes del mundo. Cruza el río Este para unir a Brooklyn con Nueva York. Su longitud total es de cerca de un kilómetro, y la distancia sobre el agua es de unos 500 metros. Los cables pasan por encima de las torres, y de ellos penden otros que soportan la calzada.

El puente colgante de Clifton, sobre el Avon, es el más notable de los que de este tipo posee Inglaterra. Aunque la calzada parece llana, en realidad en el centro es sesenta centímetros más alta que junto a las dos torres. El puente tiene una luz de doscientos metros, y pone en comunicación dos condados.

UN PUENTE QUE SE ABRE EN DOS

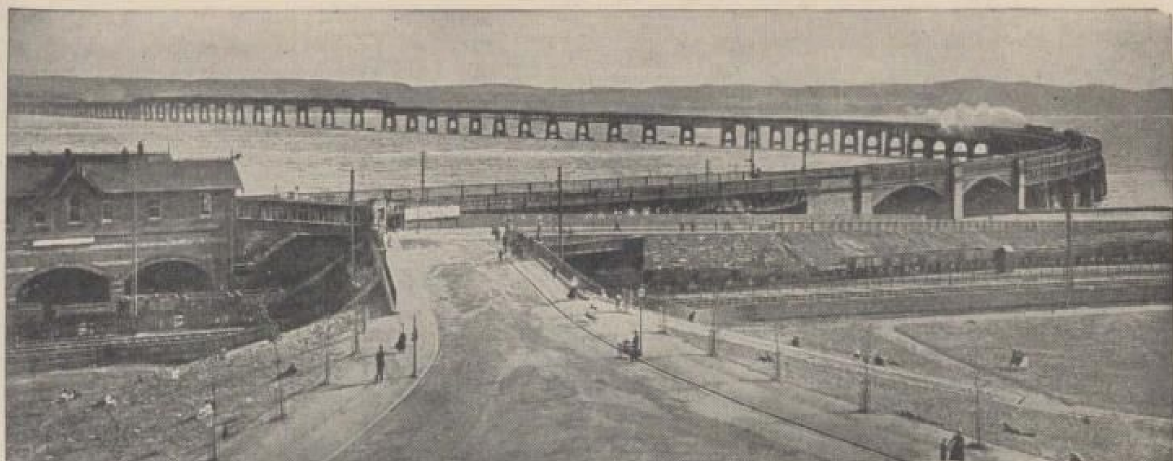


El puente de la Torre, es el más hermoso de Londres; participa de las cualidades de puente colgante y de puente de viga, y es semejante a los antiguos puentes levadizos de los castillos y fortalezas de la Edad Media. En este grabado se ve la parte levadiza en su posición ordinaria para dar paso al tránsito de peatones y de vehículos, mientras pasan debajo de él cómodamente los vapores pequeños.



Mas cuando ha de pasar un buque mayor, pónese en movimiento una poderosa maquinaria de las torres, la calzada se abre por medio y el puente desaparece.

PUENTES SOBRE TRES GRANDES RÍOS



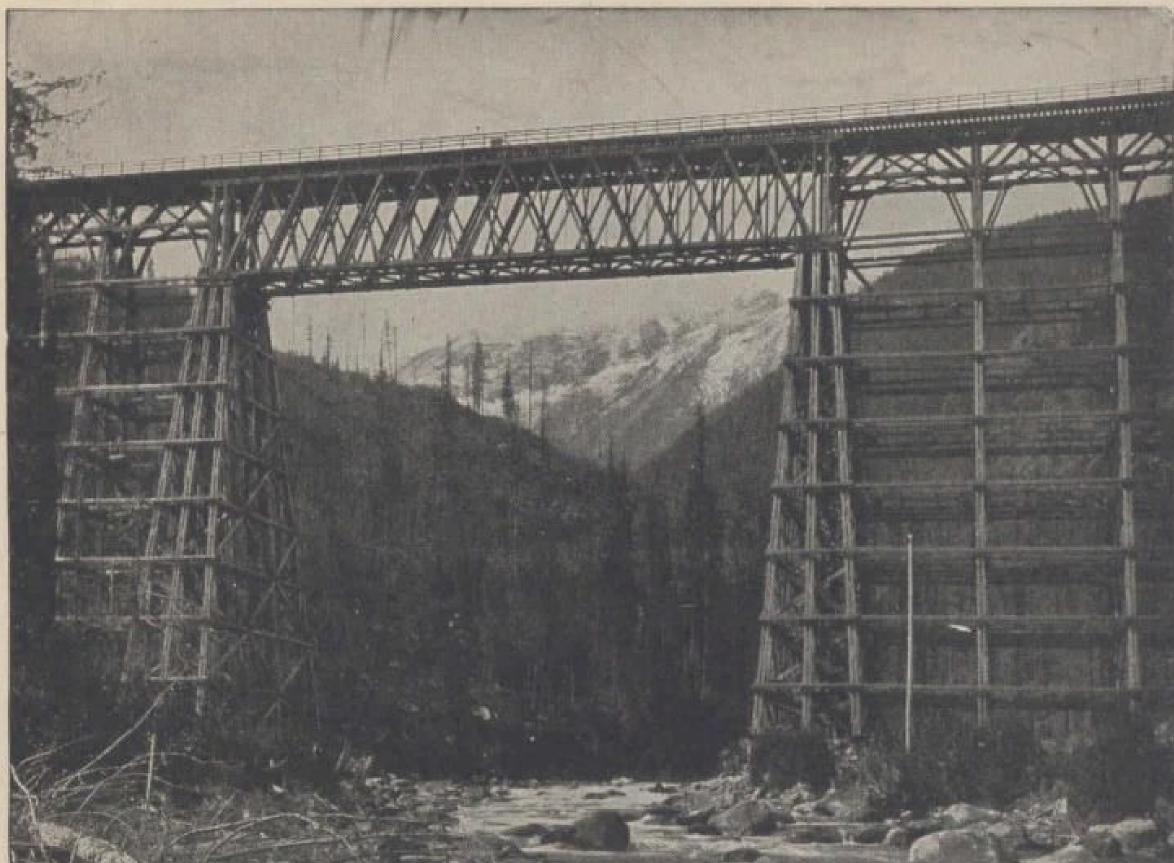
Ha habido dos puentes Tay, en Dundee, desde 1878. El primero medía cerca de kilómetro y medio y la calzada corría a treinta metros sobre el nivel del agua. Una tormentosa noche de Diciembre de 1879, derribó este puente en una porción de cerca de 1000 metros, mientras pasaba el tren por encima; catástrofe que costó la vida a 90 personas. El nuevo puente se abrió en 1887.



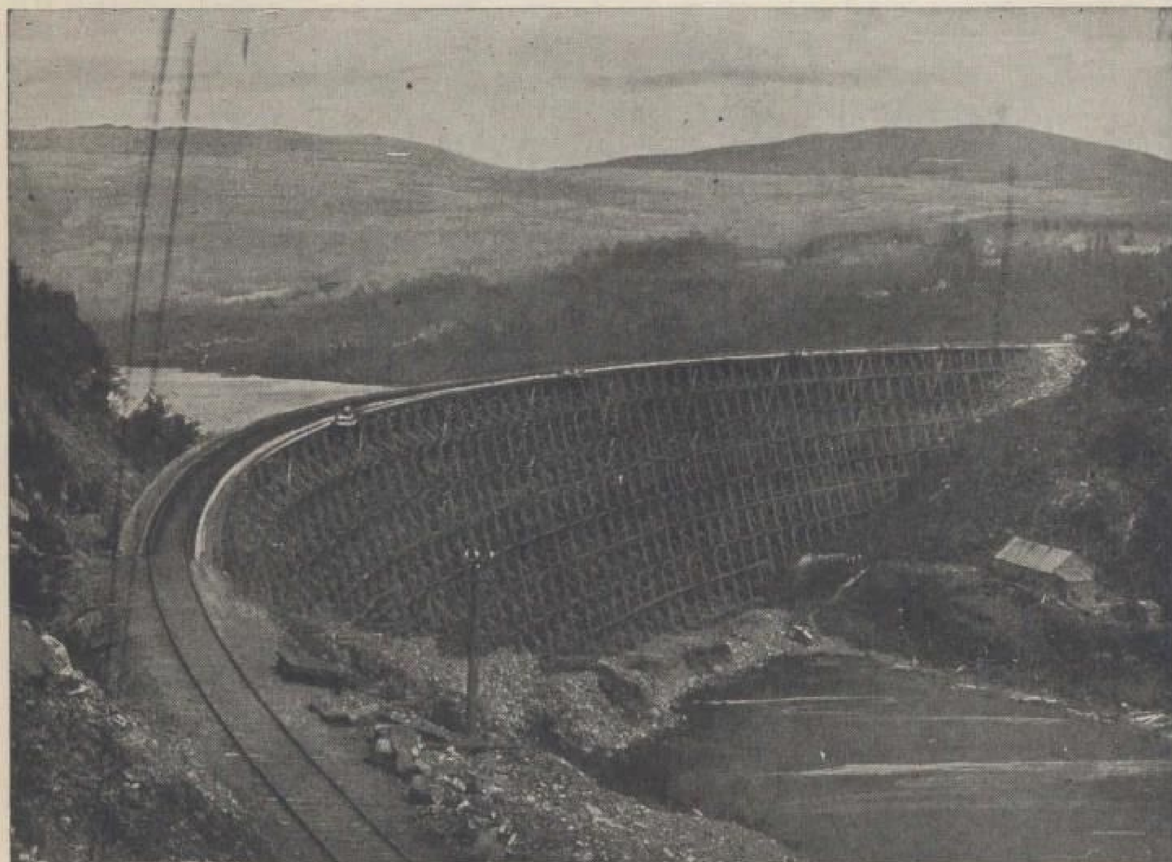
Sobre el río Hawkesbury, en Nueva Gales del Sur, Australia, hay un magnífico puente de acero, de 7 ojos. Su construcción duró sólo tres años; fué inaugurado en 1889. Tiene cerca de un kilómetro de longitud y es de gran importancia, porque sin él vendría a ser prácticamente inútil la vía férrea.



A imitación del puente construído sobre el Estrecho Menai, Montreal edificó otro sobre el San Lorenzo, el río que más agua lleva al mar después del Amazonas. Este puente subsistió por espacio de 35 años. En 1899 se construyó otro magnífico, que es el que muestra el grabado.

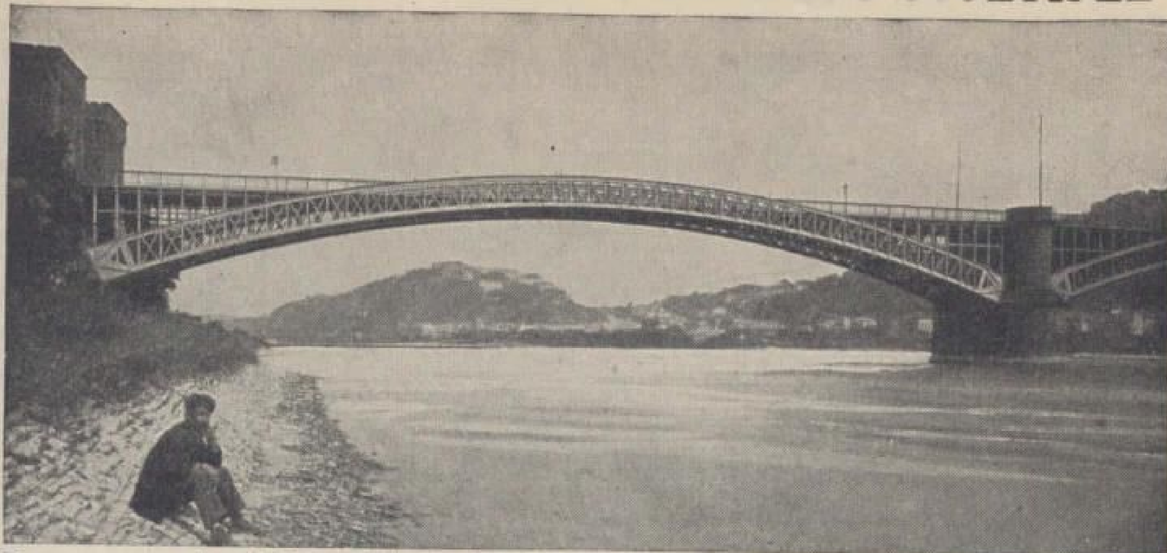


El Canadá está cruzado por el ferrocarril Pacífico Canadiense, el cual, empezando cerca de las costas del Atlántico, termina en la otra parte del continente, junto al Pacífico. Pasa por un país quebrado y salvaje, sobre profundos barrancos, el puente del presente grabado representa el que cruza Mountain Creek.

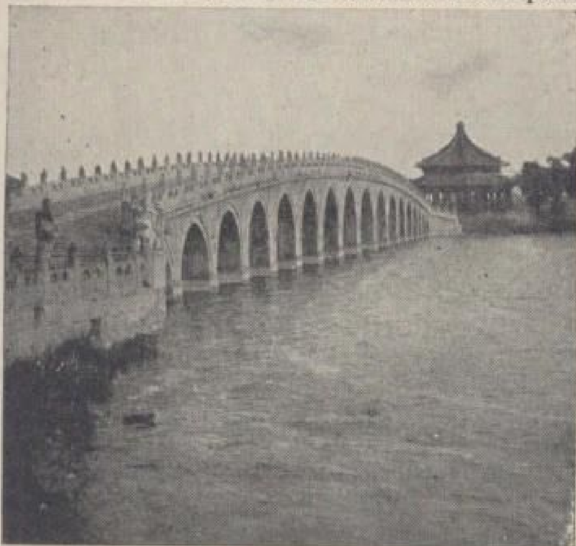


Puente de madera, de bovedilla, junto al lago Superior del Canadá. Los puentes de este tipo son baratos y útiles, pero a veces se ha pegado fuego en ellos y en alguna ocasión ha tenido que pasar el tren por entre las llamas.

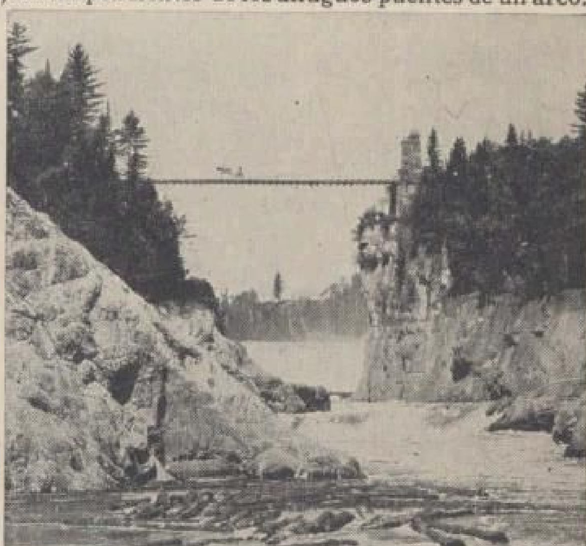
PUENTES DE UN ARCO Y DE ARCO MÚLTIPLE



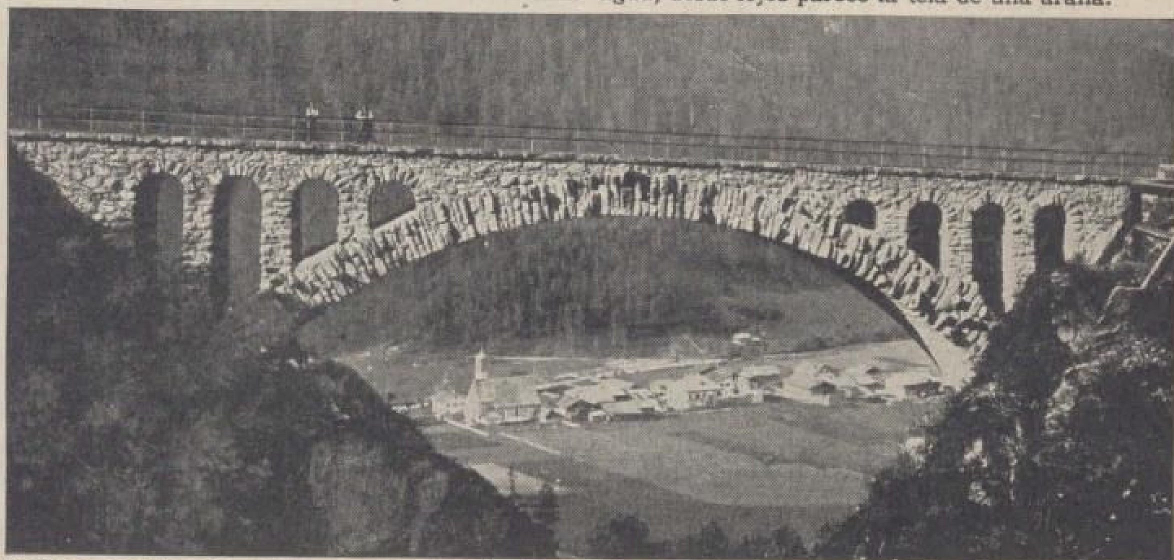
El gran puente sobre el Rin, en Coblenza, demuestra la utilidad de la forma elíptica. A pesar de la gran luz que tiene este arco, la calzada es sensiblemente plana, sin las pendientes de los antiguos puentes de un arco.



El puente de mármol, en Pekín, es célebre y hermoso, pero su gran número de arcos, que llegan a 16, dificultan el tráfico y forman mucha pendiente en la calzada. ¡Qué diferencia entre éste y el de Coblenza!

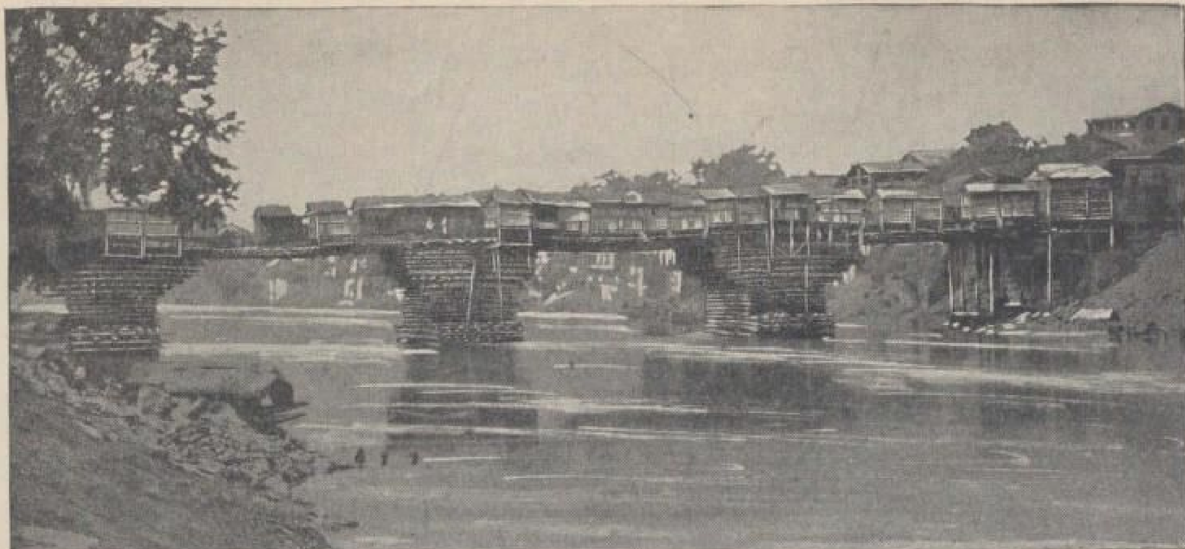


En New Brunswick hay un puente colgante, imitación del de Clifton. Atraviesa las grandiosas cascadas a una vertiginosa altura sobre el nivel del agua; desde lejos parece la tela de una araña.



El Tirol austriaco ha puesto a prueba abundantemente los recursos de la ingeniería de puentes y calzadas. Tres cadenas de Alpes lo atraviesan, formando, naturalmente, terribles precipicios y simas que debe atravesar el tren por medio de puentes. El que muestra el grabado es de Waldi Tora, hermosa obra de ingeniería de un solo arco, fabricada sólidamente, la cual armoniza con la tosca magnificencia de la escena. La población se halla en el fondo del valle.

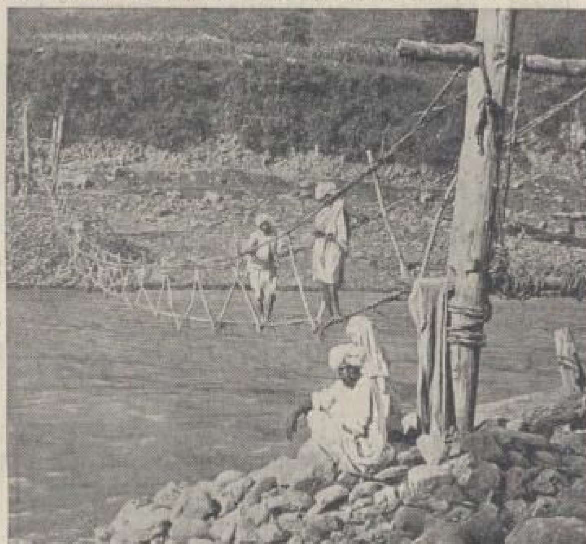
DIVERSOS PUENTES ANTIGUOS



Este grabado nos da idea de lo que fueron antiguamente muchos puentes, construídos sobre pilares consistentes en un montón de maderos, con tramos también de madera. Este puente se halla en Sringar, India del Norte.



De este tosco puente de quitaipón, se sirven los marineros para atravesar un precipicio rocoso en la costa de Antrim, Irlanda. Consiste únicamente en dos recias cuerdas, con su correspondiente paso hecho de pedazos de madera.



Puente como el que muestra el grabado parece hecho únicamente para volatines. Está compuesto de tres cuerdas; dos de ellas sirven de pretil, y la tercera de calzada. Cruza un río de la India, que cuenta muchos otros puentes colgantes tan modestos como éste.



Puente Iwakuni, en el Japón, parte de madera y parte de piedra. Sólo pueden pasar debajo de él embarcaciones pequeñas, y la calzada es tan escabrosa que necesita nada menos que doscientas gradas.